

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-220505

(43)Date of publication of application : 10.08.1999

(51)Int.Cl.

H04L 27/34

H04L 27/18

(21)Application number : 10-018593

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 30.01.1998

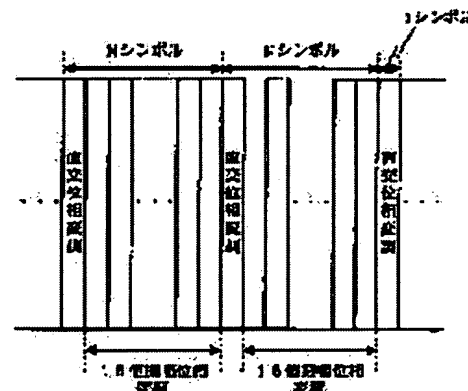
(72)Inventor : MURAKAMI YUTAKA
ORIHASHI MASAYUKI
MATSUOKA AKIHIKO
SAGAWA MORIKAZU

(54) MODULATION SYSTEM AND RADIO COMMUNICATION SYSTEM USING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To suppress reduction in a data transfer amount by providing a role of a pilot symbol for the data, in a digital modulation system used for radio communication and the radio communication system employing it.

SOLUTION: An orthogonal baseband modulation section of a transmission outputs data by the modulation system, where eight or more of multi-value modulation is switched periodically into orthogonal phase modulation. A reception signal received by a receiver is given to an amplitude distortion amount estimate section and a frequency offset amount estimate section via a reception radio section, where a frequency offset amount and an amplitude distortion amount between the transmitter and the receiver are estimated, based on the received signal used for a pilot symbol, and a quasi-synchronization detecting section conducts quasi-synchronization detection. Thus, the reduction in the data transfer amount is suppressed more than that in a system where known data are used for a pilot symbol.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 24.08.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 05.06.2001

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection] 2001-11612[Date of requesting appeal against examiner's decision
of rejection] 05.07.2001

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-220505

(43) 公開日 平成11年(1999) 8月10日

(51) Int. Cl. ⁶

識別記号

F I

H04L 27/34

H04L 27/00

E

27/18

27/18

Z

審査請求 未請求 請求項の数24 O L (全21頁)

(21) 出願番号 特願平10-18593

(22) 出願日 平成10年(1998) 1月30日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 村上 豊

神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1

号 松下技研株式会社内

(72) 発明者 折橋 雅之

神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1

号 松下技研株式会社内

(72) 発明者 松岡 昭彦

神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1

号 松下技研株式会社内

(74) 代理人 弁理士 滝本 智之 (外1名)

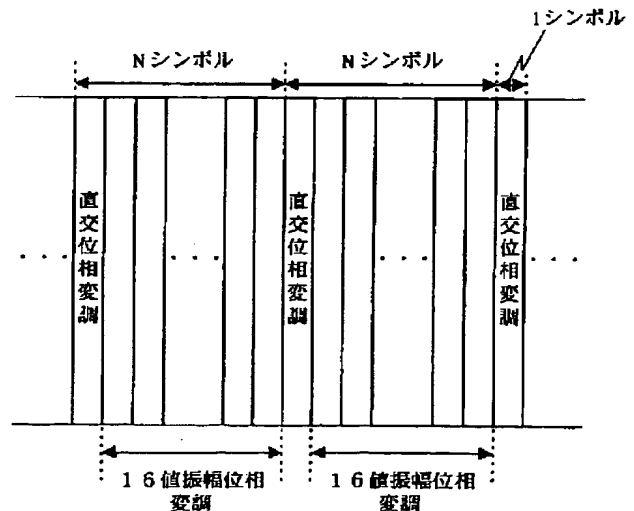
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 変調方式とそれを用いた無線通信システム

(57) 【要約】

【課題】 無線通信に用いられるデジタル変調方式とそれを用いた無線通信システムにおいて、データの転送と同時にパイロットシンボルとしての役割をもたせることにより、データ転送量の低下を抑えることを目的とする。

【解決手段】 送信機の直交ベースバンド変調部において、8値以上の多値変調を定期的に直交位相変調に切り替える変調方式によってデータを出力し、受信機では、受信信号を受信無線部を介して振幅歪み量推定部と周波数オフセット量推定部に入力し、パイロットシンボルとして送受信機間の周波数オフセット量及び振幅歪み量を推定して、準同期検波部により準同期検波を行うことにより、既知のデータをパイロットシンボルとする方式と比較して、データ転送量の低下を抑えることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 無線通信に用いられ、第 1 の変調方式である 8 値以上の多値変調方式を、定期的に第 2 の変調方式である位相変調 (Phase Shift Keying) 方式と切り替えることを特徴とする変調方式。

【請求項 2】 位相変調方式が、直交位相変調 (Quadrature Phase Shift Keying) 方式であることを特徴とする請求項 1 記載の変調方式。

【請求項 3】 直交位相変調方式が、同相-直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ方式であることを特徴とする請求項 2 記載の変調方式。

【請求項 4】 8 値以上の多値変調方式が、8 値以上の多値直交振幅変調 (Quadrature Amplitude Shift Keying) 方式であることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の変調方式。

【請求項 5】 8 値以上の多値変調方式が、8 値以上の多値直交振幅変調 (Quadrature Amplitude Shift Keying) 方式であることを特徴とする請求項 3 記載の変調方式。

【請求項 6】 8 値以上の多値直交振幅変調方式が、16 値直交振幅変調 (16 Quadrature Amplitude Shift Keying) 方式であることを特徴とする請求項 4 記載の変調方式。

【請求項 7】 8 値以上の多値直交振幅変調方式が、16 値直交振幅変調 (16 Quadrature Amplitude Shift Keying) 方式であることを特徴とする請求項 5 記載の変調方式。

【請求項 8】 8 値以上の多値直交振幅変調方式が、信号点を同相-直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた方式であることを特徴とする請求項 4 記載の変調方式。

【請求項 9】 8 値以上の多値直交振幅変調方式が、信号点を同相-直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた方式であることを特徴とする請求項 5 記載の変調方式。

【請求項 10】 16 値直交振幅変調方式が、信号点を同相-直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた方式であることを特徴とする請求項 6 記載の変調方式。

【請求項 11】 16 値直交振幅変調方式が、信号点を同相-直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた方式であることを特徴とする請求項 7 記載の変調方式。

【請求項 12】 同相-直交平面において、第 1 の変調方式の信号点の振幅の最大値と、第 2 の変調方式の信号点の振幅とが等しいことを特徴とする請求項 1 から 11 のいずれかに記載の変調方式。

【請求項 13】 同相-直交平面において、第 1 の変調方式の信号点間距離を、第 2 の変調方式の信号点間距離の 0.9 から 1.5 倍としたことを特徴とする請求項

6, 7, 10, 11 のいずれかに記載の変調方式。

【請求項 14】 同相-直交平面において、第 1 の変調方式の信号点間距離を、第 2 の変調方式の信号点間距離の 2 倍としたことを特徴とする請求項 6 または 11 記載の変調方式。

【請求項 15】 同相-直交平面において、第 1 の変調方式の信号点間距離を、第 2 の変調方式の信号点間距離の 1.41 倍としたことを特徴とする請求項 7 または 10 記載の変調方式。

【請求項 16】 無線通信に用いられ、第 1 の変調方式である 16 値直交振幅変調方式を、定期的に第 2 の変調方式である直交位相変調方式と切り替えることを特徴とする変調方式。

【請求項 17】 16 値直交振幅変調方式が、信号点を同相-直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた方式であることを特徴とする請求項 16 記載の変調方式。

【請求項 18】 直交位相変調方式が、同相-直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ方式であることを特徴とする請求項 16 記載の変調方式。

【請求項 19】 16 値直交振幅変調方式が信号点を同相-直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた方式であり、直交位相変調方式が同相-直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ方式であることを特徴とする請求項 16 記載の変調方式。

【請求項 20】 同相-直交平面において、第 1 の変調方式の信号点の振幅の最大値と、第 2 の変調方式の信号点の振幅とが等しいことを特徴とする請求項 16 から 19 のいずれかに記載の変調方式。

【請求項 21】 同相-直交平面において、第 1 の変調方式の信号点間距離を、第 2 の変調方式の信号点間距離の 0.9 から 1.5 倍としたことを特徴とする請求項 16 から 19 のいずれかに記載の変調方式。

【請求項 22】 同相-直交平面において、第 1 の変調方式の信号点間距離を、第 2 の変調方式の信号点間距離の 2 倍としたことを特徴とする請求項 16 または 19 記載の変調方式。

【請求項 23】 同相-直交平面において、第 1 の変調方式の信号点間距離を、第 2 の変調方式の信号点間距離の 1.41 倍としたことを特徴とする請求項 17 または 18 記載の変調方式。

【請求項 24】 請求項 1 から 23 のいずれかに記載の変調方式を用いた無線通信システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、無線通信に用いられるディジタル変調方式と、それを用いた無線通信システムに関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、ディジタル移動無線通信方式にお

いて準同期検波を行う際のパイロットシンボルに関する方法として、特開平 9 - 9 3 3 0 2 号公報に記載されているものが知られている。図 1 7 が従来の伝送される信号のフレームの構成を示しており、図 1 7 において、1 フレームは N 個のシンボルから構成されており、フレームの先頭に既知データからなるパイロットシンボルが 2 つ挿入されており、その後 (N - 2) 個の情報シンボルが続いており、伝送される信号では、これが各フレーム毎に繰り返される。

【 0 0 0 3 】

【発明が解決しようとする課題】しかし、従来の方法はパイロットシンボルは既知のデータであるため、データ転送量が低下するという欠点がある。

【 0 0 0 4 】本発明は、8 値以上の多値変調方式を定期的に位相変調 (Phase Shift Keying) 方式と切り替え、データの転送と同時にパイロットシンボルとしての役割をもたせることにより、データ転送量の低下を抑えることを目的とする。

【 0 0 0 5 】

【課題を解決するための手段】この問題を解決するために本発明は、8 値以上の多値変調方式を定期的に位相変調 (Phase Shift Keying) 方式と切り替え、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより、準同期検波を行う。

【 0 0 0 6 】これにより、位相変調方式によってデータが転送されるため、既知のデータをパイロットシンボルとする方式と比較して、データ転送量の低下を抑えることが可能となるという効果が得られる。

【 0 0 0 7 】

【発明の実施の形態】本発明の請求項 1 に記載の発明は、無線通信に用いられ、第 1 の変調方式である 8 値以上の多値変調方式を、定期的に第 2 の変調方式である位相変調 (Phase Shift Keying) 方式と切り替えることを特徴とする変調方式であり、位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより準同期検波を行うことで、既知のデータをパイロットシンボルとする方式と比較して、データ転送量の低下を抑えることができるという作用を有する。

【 0 0 0 8 】請求項 2 に記載の発明は、位相変調方式が、直交位相変調 (Quadrature Phase Shift Keying) 方式であることを特徴とする請求項 1 記載の変調方式であり、直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより準同期検波を行うことで、既知のデータをパイロットシンボルとする方式と比較して、データ転送量の低下を抑えることができるという作用を有する。

【 0 0 0 9 】請求項 3 に記載の発明は、直交位相変調方式が、同相 - 直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ方式であることを特徴とする請求項 2 記載の変調方式であり、直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより準同期検波を行うことで、既知のデータをパイロットシンボルとする方式と比較して、データ転送量の低下を抑えることができるという作用を有する。

【 0 0 1 0 】請求項 4 に記載の発明は、8 値以上の多値変調方式が、8 値以上の多値直交振幅変調 (Quadrature Amplitude Shift Keying) 方式であることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の変調方式であり、直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより準同期検波を行うことで、既知のデータをパイロットシンボルとする方式と比較して、データ転送量の低下を抑えることができるという作用を有する。

【 0 0 1 1 】請求項 5 に記載の発明は、8 値以上の多値変調方式が、8 値以上の多値直交振幅変調 (Quadrature Amplitude Shift Keying) 方式であることを特徴とする請求項 3 記載の変調方式であり、直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより準同期検波を行うことで、既知のデータをパイロットシンボルとする方式と比較して、データ転送量の低下を抑えることができるという作用を有する。

【 0 0 1 2 】請求項 6 に記載の発明は、8 値以上の多値直交振幅変調方式が、1 6 値直交振幅変調 (16 Quadrature Amplitude Shift Keying) 方式であることを特徴とする請求項 4 記載の変調方式であり、直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより準同期検波を行うことで、既知のデータをパイロットシンボルとする方式と比較して、データ転送量の低下を抑えることができるという作用を有する。

【 0 0 1 3 】請求項 7 に記載の発明は、8 値以上の多値直交振幅変調方式が、1 6 値直交振幅変調 (16 Quadrature Amplitude Shift Keying) 方式であることを特徴とする請求項 5 記載の変調方式であり、直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより準同期検波を行うことで、既知のデータをパイロットシンボルとする方式と比較して、データ転送量の低下を抑えることができるという作用を有する。

【0014】請求項8に記載の発明は、8値以上の多値直交振幅変調方式が、信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた方式であることを特徴とする請求項4記載の変調方式であり、直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪みを推定するためのパイロットシンボルとすることにより準同期検波を行うことで、既知のデータをパイロットシンボルとする方式と比較して、データ転送量の低下を抑えることができるという作用を有する。

【0015】請求項9に記載の発明は、8値以上の多値直交振幅変調方式が、信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた方式であることを特徴とする請求項5記載の変調方式であり、直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪みを推定するためのパイロットシンボルとすることにより準同期検波を行うことで、既知のデータをパイロットシンボルとする方式と比較して、データ転送量の低下を抑えることができるという作用を有する。

【0016】請求項10に記載の発明は、16値直交振幅変調方式が、信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた方式であることを特徴とする請求項6記載の変調方式であり、直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪みを推定するためのパイロットシンボルとすることにより準同期検波を行うことで、既知のデータをパイロットシンボルとする方式と比較して、データ転送量の低下を抑えることができるという作用を有する。

【0017】請求項11に記載の発明は、16値直交振幅変調方式が、信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた方式であることを特徴とする請求項7記載の変調方式であり、直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪みを推定するためのパイロットシンボルとすることにより準同期検波を行うことで、既知のデータをパイロットシンボルとする方式と比較して、データ転送量の低下を抑えることができるという作用を有する。

【0018】請求項12に記載の発明は、同相一直交平面において、第1の変調方式の信号点の振幅の最大値と、第2の変調方式の信号点の振幅とが等しいことを特徴とする請求項1から11のいずれかに記載の変調方式であり、直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪みを推定するためのパイロットシンボルとすることにより準同期検波を行うことで、既知のデータをパイロットシンボルとする方式と比較して、データ転送量の低下を抑えることができるという作用を有する。

【0019】請求項13に記載の発明は、同相一直交平面において、第1の変調方式の信号点間距離を、第2の変調方式の信号点間距離の0.9から1.5倍としたことを特徴とする請求項6, 7, 10, 11のいずれかに記載の変調方式であり、直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪みを推定するためのパイロットシンボルとすることにより準同期検波を行うことで、既知のデータをパイロットシンボルとする方式と比較して、データ転送量の低下を抑えることができるという作用を有する。

【0020】請求項14に記載の発明は、同相一直交平面において、第1の変調方式の信号点間距離を、第2の変調方式の信号点間距離の2倍としたことを特徴とする請求項6または11記載の変調方式であり、直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪みを推定するためのパイロットシンボルとすることにより準同期検波を行うことで、既知のデータをパイロットシンボルとする方式と比較して、データ転送量の低下を抑えることができるという作用を有する。

【0021】請求項15に記載の発明は、同相一直交平面において、第1の変調方式の信号点間距離を、第2の変調方式の信号点間距離の1.41倍としたことを特徴とする請求項7または10記載の変調方式であり、直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪みを推定するためのパイロットシンボルとすることにより準同期検波を行うことで、既知のデータをパイロットシンボルとする方式と比較して、データ転送量の低下を抑えることができるという作用を有する。

【0022】請求項16に記載の発明は、無線通信に用いられ、第1の変調方式である16値直交振幅変調方式を、定期的に第2の変調方式である直交位相変調方式と切り替えることを特徴とする変調方式であり、直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪みを推定するためのパイロットシンボルとすることにより準同期検波を行うことで、既知のデータをパイロットシンボルとする方式と比較して、データ転送量の低下を抑えることができるという作用を有する。

【0023】請求項17に記載の発明は、16値直交振幅変調方式が、信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた方式であることを特徴とする請求項16記載の変調方式であり、直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪みを推定するためのパイロットシンボルとすることにより準同期検波を行うことで、既知のデータをパイロットシンボルとする方式と比較して、データ転送量の低下を抑えること

10

20

30

40

50

ができるという作用を有する。

【0024】請求項18に記載の発明は、直交位相変調方式が、同相-直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ方式であることを特徴とする請求項16記載の変調方式であり、直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより準同期検波を行うことで、既知のデータをパイロットシンボルとする方式と比較して、データ転送量の低下を抑えることができるという作用を有する。

【0025】請求項19に記載の発明は、16値直交振幅変調方式が信号点を同相-直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた方式であり、直交位相変調方式が同相-直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ方式であることを特徴とする請求項16記載の変調方式であり、直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより準同期検波を行うことで、既知のデータをパイロットシンボルとする方式と比較して、データ転送量の低下を抑えることができるという作用を有する。

【0026】請求項20に記載の発明は、同相-直交平面において、第1の変調方式の信号点の振幅の最大値と、第2の変調方式の信号点の振幅とが等しいことを特徴とする請求項16から19のいずれかに記載の変調方式であり、直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより準同期検波を行うことで、既知のデータをパイロットシンボルとする方式と比較して、データ転送量の低下を抑えることができるという作用を有する。

【0027】請求項21に記載の発明は、同相-直交平面において、第1の変調方式の信号点間距離を、第2の変調方式の信号点間距離の0.9から1.5倍としたことを特徴とする請求項16から19のいずれかに記載の変調方式であり、直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより準同期検波を行うことで、既知のデータをパイロットシンボルとする方式と比較して、データ転送量の低下を抑えることができるという作用を有する。

【0028】請求項22に記載の発明は、同相-直交平面において、第1の変調方式の信号点間距離を、第2の変調方式の信号点間距離の2倍としたことを特徴とする請求項16または19記載の変調方式であり、直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推

定するためのパイロットシンボルとすることにより準同期検波を行うことで、既知のデータをパイロットシンボルとする方式と比較して、データ転送量の低下を抑えることができるという作用を有する。

【0029】請求項23に記載の発明は、同相-直交平面において、第1の変調方式の信号点間距離を、第2の変調方式の信号点間距離の1.41倍としたことを特徴とする請求項17または18記載の変調方式であり、直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより準同期検波を行うことで、既知のデータをパイロットシンボルとする方式と比較して、データ転送量の低下を抑えることができるという作用を有する。

【0030】請求項24に記載の発明は、請求項1から23のいずれかに記載の変調方式を用いた無線通信システムであり、直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより準同期検波を行うことで、既知のデータをパイロットシンボルとする方式と比較して、データ転送量の低下を抑えた無線通信システムを構築できるという作用を有する。

【0031】以下、本発明の実施の形態について図1から図16を用いて説明する。

(実施の形態1) 図1は、本実施の形態における無線通信システムの構成概念図である。図1において、10は送信機であり、11は送信デジタル信号、12は直交ベースバンド変調部で、送信デジタル信号11を入力して送信直交ベースバンド信号の同相成分13と直交成分14を出力し、この同相成分13と直交成分14を送信無線部15で送信信号16に変換し、アンテナ17から送信する。20は受信機であり、21はアンテナ、22は受信無線部で、アンテナで受信した信号を入力して受信直交ベースバンド信号の同相成分23と直交成分24を出力する。25は振幅歪み量推定部で、同相成分23と直交成分24を入力して、振幅歪み量を推定し、振幅歪み量推定信号27を出力する。26は周波数オフセット量推定部で、同相成分23と直交成分24を入力して、周波数オフセット量を推定し、周波数オフセット量推定信号28を出力する。28は準同期検波部で、同相成分23と直交成分24、及び振幅歪み量推定信号27と周波数オフセット量推定信号28を入力して、準同期検波を行い、受信デジタル信号を出力する。

【0032】図2は、8値以上の多値変調方式の一例である16値振幅位相変調(16 Amplitude Phase Shift Keying)方式の同相I-直交Q平面における信号点配置を示し、図2において、101は16値振幅位相変調方式の信号点である。また、図3は、位相変調方式の一例である直交位相変調方式の同相I-直交Q平面における

信号点配置を示し、図3において、201は直交位相変調方式の信号点である。そして、図4は伝送信号のフレーム構成として、16値振幅位相変調と直交位相変調のNシンボル内の構成の一例を示している。

【0033】図2、図3および図4を用いて、8値以上の多値変調方式を、定期的に直交位相変調方式と切り替

$$I_{16APSK} = h_0 \left\{ \cos\left(\frac{\pi}{8}\right) \cos\left(\frac{k\pi}{4}\right) - \sin\left(\frac{\pi}{8}\right) \sin\left(\frac{k\pi}{4}\right) \right\} + h_1 \cos\left(\frac{k\pi}{4}\right)$$

$$Q_{16APSK} = h_0 \left\{ \cos\left(\frac{\pi}{8}\right) \sin\left(\frac{k\pi}{4}\right) + \sin\left(\frac{\pi}{8}\right) \cos\left(\frac{k\pi}{4}\right) \right\} + h_1 \sin\left(\frac{k\pi}{4}\right)$$

【0035】で表される。ただし、16値振幅位相変調方式の信号点101は (I_{16APSK}, Q_{16APSK}) で表し、 k は整数、および (h_0, h_1) は $(0, g_1)$ または $(g_0, 0)$ とし、 g_0, g_1 は定数で、 g_1 は g_0 より大きいものとする。このとき、図2のように、16値振幅位相変調方式の最大信号点振幅は g_1 で表される。また、図3は、同相I-直交Q平面における直交位相変調方式の信号点201の配置を示しており、信号点201の配置位置は(数2)

【0036】

【数2】

$$I_{0PSK} = p \left\{ \cos\left(\frac{\pi}{4}\right) \cos\left(\frac{k\pi}{2}\right) - \sin\left(\frac{\pi}{4}\right) \sin\left(\frac{k\pi}{2}\right) \right\}$$

$$Q_{0PSK} = p \left\{ \cos\left(\frac{\pi}{4}\right) \sin\left(\frac{k\pi}{2}\right) + \sin\left(\frac{\pi}{4}\right) \cos\left(\frac{k\pi}{2}\right) \right\}$$

【0037】で表される。ただし、直交位相変調方式の信号点201は (I_{0PSK}, Q_{0PSK}) で表し、 k は整数、および p は定数とする。このとき、図3のように、直交位相変調方式の信号点振幅は p で表され、信号点間距離は(数3)

【0038】

【数3】

$$\sqrt{2p}$$

【0039】で表される。図4は、Nシンボルにおける16値振幅位相変調と直交位相変調の構成の一例を示したものである。送信機10の直交ベースバンド変調部12において、16値振幅位相変調を上記のように定期的に直交位相変調に切り替える変調方式によってデータを出し、送信無線部15を介して送信信号16をアンテナ17から送信する。復調側として受信機20では、アンテナ21で受信した信号を、受信無線部22を介して振幅歪み量推定部25と周波数オフセット量推定部26に入力し、パイロットシンボルとして送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定して、準同期検波部29により準同期検波を行う。

【0040】特に、16値振幅位相変調方式の最大信号点振幅 g_1 と直交位相変調方式の信号点振幅 p を等しく

える変調方式について説明する。図2は、同相I-直交Q平面における16値振幅位相変調方式の信号点101の配置を示しており、信号点101の配置位置は(数1)

【0034】

【数1】

したとき、復調側で精度よく周波数オフセット量および振幅歪み量を推定することができる。

【0041】ここで、Nシンボル中の16値振幅位相変調と直交位相変調の構成は図4の構成に限ったものではない。また、8値以上の多値変調方式の例として16値振幅位相変調方式で説明したが、8値以上の多値変調方式は16値振幅位相変調方式に限ったものではない。また、位相変調方式は、直交位相変調方式としたが、これに限ったものではない。

【0042】以上のように本実施の形態によれば、図4を例とするような、8値以上の多値変調方式において、定期的に直交位相変調方式などの位相変調方式と切り替える変調方式により、位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより、送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するために既知のデータをパイロットシンボルとする方式に比べ、データ転送量を低下させずに準同期検波を行うことができる。

【0043】また、このような変調方式を用いることにより、データ転送量の低下を抑えた通信システムを構築することができる。

【0044】(実施の形態2) 本実施の形態における無線通信システムの構成は、実施の形態1における図1に示すものと同様である。

【0045】図5は、8値以上の多値直交振幅変調方式の一例である 2^M 値直交振幅変調方式の同相I-直交Q平面における信号点配置を示し、図5において、401は 2^M 値直交振幅変調方式の信号点である。また、直交位相変調方式の同相I-直交Q平面における信号点配置は実施の形態1の図3と同様である。そして、図6は伝送信号のフレーム構成として、 2^M 値直交振幅変調と直交位相変調のNシンボル内の構成の一例を示している。

【0046】図3、図5および図6を用いて、8値以上の多値直交振幅変調方式において、定期的に直交位相変調方式と切り替える変調方式について説明する。図5は、同相I-直交Q平面における 2^M 値直交振幅変調方式の信号点401の配置を示しており、信号点401の配置位置は(数4)

20

30

40

50

【0047】

【数4】

$$I_{QAM} = q(2^{m-1}a_1 + 2^{m-2}a_2 + \dots + 2^0a_m)$$

$$Q_{QAM} = q(2^{m-1}b_1 + 2^{m-2}b_2 + \dots + 2^0b_m)$$

【0048】で表される。ただし、 2^m 値直交振幅変調方式の信号点401は (I_{QAM}, Q_{QAM}) で表し、 m は整数、 $(a_1, b_1), (a_2, b_2), \dots, (a_m, b_m)$ は1, -1のバイナリ符号、 q は定数とする。このとき、図5のように、 2^m 値直交振幅変調方式の最大信号点振幅は(数5)

【0049】

【数5】

$$(2^{m-1} + 2^{m-2} + \dots + 2^0)\sqrt{2}q$$

【0050】で表される。直交位相変調方式において、信号点配置、信号点振幅および信号点間距離については、実施の形態1と同様である。

【0051】図6は、 N シンボルにおける 2^m 値直交振幅変調と直交位相変調方式の構成の一例を示したものである。送信機10の直交ベースバンド変調部12において、 2^m 値直交振幅変調を上記のように定期的に直交位相変調に切り替える変調方式によってデータを出力し、送信無線部15を介してアンテナ17から送信信号16を送信する。復調側として受信機20では、アンテナ21で受信した信号を、受信無線部22を介して振幅歪み量推定部25と周波数オフセット量推定部26に入力し、パイロットシンボルとして送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定して、準同期検波部29により準同期検波を行う。

【0052】特に、 2^m 値直交振幅変調方式の最大信号点振幅(数5)と直交位相変調方式の信号点振幅 p を等しくしたとき、復調側で精度よく周波数オフセット量および振幅歪み量を推定することができる。

【0053】ここで、 N シンボル中の 2^m 値直交振幅変調と直交位相変調の構成は図6の構成に限ったものではない。また、8値以上の多値直交振幅変調方式の例として 2^m 値直交振幅変調方式で説明したが、8値以上の多値直交振幅変調方式は 2^m 値直交振幅変調方式に限ったものではない。

【0054】以上のように本実施の形態によれば、図6を例とするような、8値以上の多値直交振幅変調方式において、定期的に直交位相変調方式と切り替える変調方式により、直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより、送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するために既知のデータをパイロットシンボルとする方式に比べ、データ転送量を低下させずに準同期検波を行うことができる。

【0055】また、このような変調方式を用いることにより、データ転送量の低下を抑えた通信システムを構築することができる。

【0056】(実施の形態3) 本実施の形態における無線通信システムの構成は、実施の形態1における図1に示すものと同様である。

【0057】図7は、16値直交振幅変調方式の同相I-直交Q平面における信号点配置を示し、図7において、601は16値直交振幅変調方式の信号点である。また、直交位相変調方式の同相I-直交Q平面における信号点配置は実施の形態1の図3と同様である。そして、図8は伝送信号のフレーム構成として、16値直交振幅変調と直交位相変調の N シンボル内の構成の一例を示している。

【0058】図3、図7および図8を用いて、16値直交振幅変調方式において、定期的に直交位相変調方式と切り替える変調方式について説明する。図7は、同相I-直交Q平面における16値直交振幅変調方式の信号点601の配置を示しており、信号点601の配置位置は(数6)

【0059】

【数6】

$$I_{16QAM} = r(2^1a_1 + 2^0a_2)$$

$$Q_{16QAM} = r(2^1b_1 + 2^0b_2)$$

【0060】で表される。ただし、16値直交振幅変調方式の信号点601は (I_{16QAM}, Q_{16QAM}) で表し、 $(a_1, b_1), (a_2, b_2)$ は1, -1のバイナリ符号、 r は定数とする。このとき、図7のように、16値直交振幅変調方式の最大信号点振幅は(数7)

【0061】

【数7】

$$(2^1 + 2^0)\sqrt{2}r$$

【0062】、信号点間距離は $2r$ で表される。直交位相変調方式において、信号点配置、信号点振幅および信号点間距離については、実施の形態1と同様である。

【0063】図8は、 N シンボルにおける16値直交振幅変調と直交位相変調の構成の一例を示したものである。送信機10の直交ベースバンド変調部12において、16値直交振幅変調を上記のように定期的に直交位相変調に切り替える変調方式によってデータを出力し、送信無線部15を介してアンテナ17から送信信号16を送信する。復調側として受信機20では、アンテナ21で受信した信号を、受信無線部22を介して振幅歪み量推定部25と周波数オフセット量推定部26に入力し、パイロットシンボルとして送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定して、準同期検波部29により準同期検波を行う。

50 【0064】特に、16値直交振幅変調方式の最大信号

点振幅(数7)と直交位相変調方式の信号点振幅 p を等しくしたとき、復調側で精度よく周波数オフセット量および振幅歪み量を推定することができる。

【0065】また、直交位相変調方式の信号点間距離(数3)を16値直交振幅変調方式の信号点間距離 $2r$ の0.90から1.50倍としたとき搬送波電力対雑音電力比におけるビット誤り率特性が良好となる。

【0066】そして、直交位相変調方式の信号点間距離(数3)を16値直交振幅変調方式の信号点間距離 $2r$ の2.00倍としたとき、復調側で直交位相変調方式のベースバンド信号の同相-直交平面における振幅を求めることで、その値を16値直交振幅変調方式のベースバンド信号における同相-直交平面における振幅しきい値とすることができ、回路構成を簡単化することができる。

【0067】ここで、 N シンボル中の16値直交振幅変調と直交位相変調の構成は図8の構成に限ったものではない。

【0068】以上のように本実施の形態によれば、図8を例とするような、16値直交振幅変調方式において、定期的に直交位相変調方式と切り替える変調方式により、直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより、送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するために既知のデータをパイロットシンボルとする方式に比べ、データ転送量を低下させずに準同期検波を行うことができる。

【0069】また、このような変調方式を用いることにより、データ転送量の低下を抑えた通信システムを構築することができる。

【0070】(実施の形態4)本実施の形態における無線通信システムの構成は、実施の形態1における図1に示すものと同様である。

【0071】8値以上の多値変調方式の一例である16値振幅位相変調方式の同相 I -直交 Q 平面における信号点配置は実施の形態1の図2と同様である。図9は、同相-直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式の同相 I -直交 Q 平面における信号点配置を示し、図9において、801は同相-直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式の信号点である。また、伝送信号のフレーム構成として、16値振幅位相変調と同相-直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調の N シンボル内の構成の一例は、実施の形態1の図4と同様である。

【0072】図2、図4および図9を用いて、8値以上の多値変調方式において、定期的に同相-直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式と切り替える変調方式について説明する。16値

振幅位相変調方式において、信号点配置および最大信号点振幅は実施の形態1と同様である。図9は、同相 I -直交 Q 平面における同相-直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式の信号点801の配置を示しており、信号点801の配置位置は(数8)

【0073】

【数8】

$$I_{QPSK} = I_{QPSK} \cos\left(\frac{\pi}{4} + \frac{n\pi}{2}\right) - Q_{QPSK} \sin\left(\frac{\pi}{4} + \frac{n\pi}{2}\right)$$

$$Q_{QPSK} = I_{QPSK} \sin\left(\frac{\pi}{4} + \frac{n\pi}{2}\right) + Q_{QPSK} \cos\left(\frac{\pi}{4} + \frac{n\pi}{2}\right)$$

【0074】で表される。ただし、同相-直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式の信号点801は (I_{QPSK}, Q_{QPSK}) で表し、 (I_{QPSK}, Q_{QPSK}) は(数2)で表され、 n は整数とする。このとき、図9のように同相-直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式の信号点振幅は p 、信号点間距離は(数3)で表される。

【0075】図9は、 N シンボルにおける16値振幅位相変調と同相-直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調の構成の一例を示したものである。送信機10の直交ベースバンド変調部12において、16値振幅位相変調を上記のように、定期的に同相-直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調に切り替える変調方式によってデータを出力し、送信無線部15を介してアンテナ17から送信信号16を送信する。復調側として受信機20では、アンテナ21で受信した信号を、受信無線部22を介して振幅歪み量推定部25と周波数オフセット量推定部26に入力し、パイロットシンボルとして送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定して、準同期検波部29により準同期検波を行う。

【0076】特に、16値振幅位相変調方式の最大信号点振幅 g_1 と同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式の信号点振幅 p を等しくしたとき、復調側で精度よく周波数オフセット量および振幅歪み量を推定することができる。

【0077】ここで、 N シンボル中の16値振幅位相変調と同相-直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調の構成は図4の構成に限ったものではない。また、8値以上の多値変調方式の例として16値振幅位相変調方式で説明したが、8値以上の多値変調方式は16値振幅位相変調方式に限ったものではない。

【0078】以上のように本実施の形態によれば、図4を例とするような、8値以上の多値変調方式において、定期的に同相-直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式と切り替える変調方

式により、同相－直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより、送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するために既知のデータをパイロットシンボルとする方式に比べ、データ転送量を低下させずに準同期検波を行うことができる。

【0079】また、このような変調方式を用いることにより、データ転送量の低下を抑えた通信システムを構築することができる。

【0080】（実施の形態5）本実施の形態における無線通信システムの構成は、実施の形態1における図1に示すものと同様である。

【0081】8値以上の多値直交振幅変調方式の一例である 2^M 値直交振幅変調方式の同相I－直交Q平面における信号点配置は実施の形態2の図5と同様である。また、同相－直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式の同相I－直交Q平面における信号点配置は実施の形態4の図9と同様である。そして、伝送信号のフレーム構成として、 2^M 値直交振幅変調と同相－直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調のNシンボル内の構成の一例は、実施の形態2の図6と同様である。

【0082】図5、図6および図9を用いて、8値以上の多値直交振幅変調方式において、定期的に同相－直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式と切り替える変調方式について説明する。 2^M 値直交振幅変調方式において、信号点配置および最大信号点振幅は実施の形態2と同様である。また、同相－直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式において、信号点配置、信号点振幅および信号点間距離は実施の形態4と同様である。

【0083】図6は、Nシンボルにおける 2^M 値直交振幅変調と同相－直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調の構成の一例を示したものである。送信機10の直交ベースバンド変調部12において、 2^M 値直交振幅変調を上記のように、定期的に同相－直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調に切り替える変調方式によってデータを出力し、送信無線部15を介してアンテナ17から送信信号16を送信する。復調側として受信機20では、アンテナ21で受信した信号を、受信無線部22を介して振幅歪み量推定部25と周波数オフセット量推定部26に入力し、パイロットシンボルとして送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定して、準同期検波部29により準同期検波を行う。

【0084】特に、 2^M 値直交振幅変調方式の最大信号点振幅（数5）と同相－直交平面において同相軸上およ

び直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式の信号点振幅 p を等しくしたとき、復調側で精度よく周波数オフセット量および振幅歪み量を推定することができる。

【0085】ここで、Nシンボル中の 2^M 値直交振幅変調と同相－直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調の構成は図6の構成に限ったものではない。また、8値以上の多値直交振幅変調方式の例として 2^M 値直交振幅変調方式で説明したが、8値以上の多値直交振幅変調方式は 2^M 値直交振幅変調方式に限ったものではない。

【0086】以上のように本実施の形態によれば、図6を例とするような、8値以上の多値直交振幅変調方式において、定期的に同相－直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式と切り替える変調方式により、同相－直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより、送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するために既知のデータをパイロットシンボルとする方式に比べ、データ転送量を低下させずに準同期検波を行うことができる。

【0087】また、このような変調方式を用いることにより、データ転送量の低下を抑えた通信システムを構築することができる。

【0088】（実施の形態6）本実施の形態における無線通信システムの構成は、実施の形態1における図1に示すものと同様である。

【0089】16値直交振幅変調方式の同相I－直交Q平面における信号点配置は実施の形態3の図7と同様である。また、同相－直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式の同相I－直交Q平面における信号点配置は実施の形態4の図9と同様である。そして、伝送信号のフレーム構成として、16値直交振幅変調と同相－直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調のNシンボル内の構成の一例は、実施の形態3の図8と同様である。

【0090】図7、図8および図9を用いて、16値直交振幅変調方式において、定期的に同相－直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式と切り替える変調方式について説明する。16値直交振幅変調方式において、信号点配置、最大信号点振幅および信号点間距離は実施の形態3と同様である。また、同相－直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式において、信号点配置、信号点振幅および信号点間距離は実施の形態4と同様である。

【0091】図8は、Nシンボルにおける16値直交振幅変調と同相－直交平面において同相軸上および直交軸

上に信号点をもつ直交位相変調の構成の一例を示したものである。送信機 1 0 の直交ベースバンド変調部 1 2 において、1 6 値直交振幅変調を上記のように、定期的と同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調に切り替える変調方式によってデータを出力し、送信無線部 1 5 を介してアンテナ 1 7 から送信信号 1 6 を送信する。復調側として受信機 2 0 では、アンテナ 2 1 で受信した信号を、受信無線部 2 2 を介して振幅歪み量推定部 2 5 と周波数オフセット量推定部 2 6 に入力し、パイロットシンボルとして送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定して、準同期検波部 2 9 により準同期検波を行う。

【0 0 9 2】特に、1 6 値直交振幅変調方式の最大信号点振幅（数 7）と同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式の信号点振幅 p を等しくしたとき、復調側で精度よく周波数オフセット量および振幅歪み量を推定することができる。

【0 0 9 3】また、同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式の信号点間距離（数 3）を 1 6 値直交振幅変調方式の信号点間距離 $2r$ の 0. 9 0 から 1. 5 0 倍としたとき搬送波電力対雑音電力比におけるビット誤り率特性が良好となる。

【0 0 9 4】そして、同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式の信号点間距離（数 3）を 1 6 値直交振幅変調方式の信号点間距離 $2r$ の 1. 4 1 倍としたとき、復調側で同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式のベースバンド信号の同相一直交平面における振幅を求めることで、その値を 1 6 値直交振幅変調方式のベースバンド信号における同相一直交平面における振幅しきい値とすることができ、回路構成を簡単化することができる。

【0 0 9 5】ここで、N シンボル中の 1 6 値直交振幅変調と同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調の構成は図 8 の構成に限ったものではない。

【0 0 9 6】以上のように本実施の形態によれば、図 8 を例とするような、1 6 値直交振幅変調方式において、定期的と同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式と切り替える変調方式により、同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより、送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するために既知のデータをパイロットシンボルとする方式に比べ、データ転送量を低下させずに準同期検波を行うことができる。

【0 0 9 7】また、このような変調方式を用いることにより、データ転送量の低下を抑えた通信システムを構築

することができる。

【0 0 9 8】（実施の形態 7）本実施の形態における無線通信システムの構成は、実施の形態 1 における図 1 に示すものと同様である。

【0 0 9 9】図 1 0 は、8 値以上の多値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた 8 値以上の多値直交振幅変調方式の一例である 2^{1+n} 値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた 2^{1+n} 値直交振幅変調方式の同相 I - 直交 Q 平面における信号点配置である。また、直交位相変調方式の同相 I - 直交 Q 平面における信号点配置は実施の形態 1 の図 3 と同様である。そして、伝送信号のフレーム構成として、 2^{1+n} 値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた 2^{1+n} 値直交振幅変調と直交位相変調の N シンボル内の構成の一例は、実施の形態 2 の図 6 と同様である。

【0 1 0 0】図 3、図 6 および図 1 0 を用いて、8 値以上の多値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた 8 値以上の多値直交振幅変調方式において、定期的直交位相変調方式と切り替える変調方式について説明する。図 1 0 は、同相 I - 直交 Q 平面における 2^{1+n} 値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた 2^{1+n} 値直交振幅変調方式の信号点 9 0 1 の配置を示しており、信号点 9 0 1 の配置位置は（数 9）

【0 1 0 1】

【数 9】

$$I_{QAMR} = I_{QAM} \cos\left(\frac{\pi}{4} + \frac{n\pi}{2}\right) - Q_{QAM} \sin\left(\frac{\pi}{4} + \frac{n\pi}{2}\right)$$

$$Q_{QAMR} = I_{QAM} \sin\left(\frac{\pi}{4} + \frac{n\pi}{2}\right) + Q_{QAM} \cos\left(\frac{\pi}{4} + \frac{n\pi}{2}\right)$$

【0 1 0 2】で表される。ただし、 2^{1+n} 値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた 2^{1+n} 値直交振幅変調方式の信号点 9 0 1 は (I_{QAMR}, Q_{QAMR}) で表し、 (I_{QAM}, Q_{QAM}) は（数 4）で表され、 n は整数とする。このとき、図 1 0 のように 2^{1+n} 値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた 2^{1+n} 値直交振幅変調方式の最大信号点振幅は（数 5）で表される。また、直交位相変調方式の信号点配置、信号点振幅および信号点間距離は実施の形態 1 と同様である。

【0 1 0 3】図 6 は、N シンボルにおける 2^{1+n} 値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた 2^{1+n} 値直交振幅変調と直交位相変調の構成の一例を示したものである。送信機 1 0 の直交ベースバンド変調部 1 2 において、 2^{1+n} 値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を

中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた 2^M 値直交振幅変調を上記のように、定期的に直交位相変調に切り替える変調方式によってデータを出力し、送信無線部15を介してアンテナ17から送信信号16を送信する。復調側として受信機20では、アンテナ21で受信した信号を、受信無線部22を介して振幅歪み量推定部25と周波数オフセット量推定部26に入力し、パイロットシンボルとして送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定して、準同期検波部29により準同期検波を行う。

【0104】特に、 2^M 値直交振幅変調方式の信号点を同相-直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた 2^M 値直交振幅変調方式の最大信号点振幅(数5)と直交位相変調方式の信号点振幅 p を等しくしたとき、復調側で精度よく周波数オフセット量および振幅歪み量を推定することができる。

【0105】ここで、Nシンボル中の 2^M 値直交振幅変調方式の信号点を同相-直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた 2^M 値直交振幅変調と直交位相変調の構成は図5の構成に限ったものではない。また、8値以上の多値直交振幅変調方式の信号点を同相-直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた8値以上の多値直交振幅変調方式の例として 2^M 値直交振幅変調方式の信号点を同相-直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた 2^M 値直交振幅変調方式で説明したが、これに限ったものではない。

【0106】以上のように本実施の形態によれば、図6を例とするような、8値以上の多値直交振幅変調方式の信号点を同相-直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた8値以上の多値直交振幅変調方式において、定期的に直交位相変調方式と切り替える変調方式により、直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより、送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するために既知のデータをパイロットシンボルとする方式に比べ、データ転送量を低下させずに準同期検波を行うことができる。

【0107】また、このような変調方式を用いることにより、データ転送量の低下を抑えた通信システムを構築することができる。

【0108】(実施の形態8) 本実施の形態における無線通信システムの構成は、実施の形態1における図1に示すものと同様である。

【0109】図11は、16値直交振幅変調方式の信号点を同相-直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた16値直交振幅変調方式の同相I-直交Q平面における信号点配置である。また、直交位相変調方式の同相I-直交Q平面における信号点配置は実施の形態1の図3と同様である。そして、伝送信号のフレーム

構成として、16値直交振幅変調方式の信号点を同相-直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた16値直交振幅変調と直交位相変調のNシンボル内の構成の一例は、実施の形態3の図8と同様である。

【0110】図3、図8および図11を用いて、16値直交振幅変調方式の信号点を同相-直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた16値直交振幅変調方式において、定期的に直交位相変調方式と切り替える変調方式について説明する。図11は、同相I-直交Q平面における16値直交振幅変調方式の信号点を同相-直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた16値直交振幅変調方式の信号点1001の配置を示しており、信号点1001の配置位置は(数10)

【0111】

【数10】

$$I_{16QAM} = I_{16QAM} \cos\left(\frac{\pi}{4} + \frac{n\pi}{2}\right) - Q_{16QAM} \sin\left(\frac{\pi}{4} + \frac{n\pi}{2}\right)$$

$$Q_{16QAM} = I_{16QAM} \sin\left(\frac{\pi}{4} + \frac{n\pi}{2}\right) + Q_{16QAM} \cos\left(\frac{\pi}{4} + \frac{n\pi}{2}\right)$$

【0112】で表される。ただし、16値直交振幅変調方式の信号点を同相-直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた16値直交振幅変調方式の信号点1001は (I_{16QAM}, Q_{16QAM}) で表し、 (I_{16QAM}, Q_{16QAM}) は(数6)で表され、 n は整数とする。このとき、図11のように16値直交振幅変調方式の信号点を同相-直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた16値直交振幅変調方式の最大信号点振幅は(数7)、信号点間距離は $2r$ で表される。また、直交位相変調方式の信号点配置、信号点振幅および信号点間距離は実施の形態1と同様である。

【0113】図8は、Nシンボルにおける16値直交振幅変調方式の信号点を同相-直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた16値直交振幅変調と直交位相変調の構成の一例を示したものである。送信機10の直交ベースバンド変調部12において、16値直交振幅変調方式の信号点を同相-直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた16値直交振幅変調を上記のように定期的に直交位相変調に切り替える変調方式によってデータを出力し、送信無線部15を介してアンテナ17から送信信号16を送信する。復調側として受信機20では、アンテナ21で受信した信号を、受信無線部22介して振幅歪み量推定部25と周波数オフセット量推定部26に入力し、パイロットシンボルとして送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定して、準同期検波部29により準同期検波を行う。

【0114】特に、16値直交振幅変調方式の信号点を同相-直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた16値直交振幅変調方式の最大信号点振幅(数7)と直交位相変調方式の信号点振幅 p を等しくしたとき、復調側で精度よく周波数オフセット量および振幅歪

み量を推定することができる。

【0115】また、直交位相変調方式の信号点間距離（数3）を16値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた16値直交振幅変調方式の信号点間距離 $2r$ の0.90から1.50倍としたとき搬送波電力対雑音電力比におけるビット誤り率特性が良好となる。

【0116】そして、直交位相変調方式の信号点間距離（数3）を16値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた16値直交振幅変調方式の信号点間距離 $2r$ の1.41倍としたとき、復調側で直交位相変調方式のベースバンド信号の同相一直交平面における振幅を求めることで、その値を16値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた16値直交振幅変調方式のベースバンド信号における同相一直交平面における振幅しきい値とすることができ、回路構成を簡単化することができる。

【0117】ここで、Nシンボル中の16値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた16値直交振幅変調と直交位相変調の構成は図7の構成に限ったものではない。

【0118】以上のように本実施の形態によれば、図8を例とするような、16値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた16値直交振幅変調方式において、定期的に直交位相変調方式と切り替える変調方式により、直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより、送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するために既知のデータをパイロットシンボルとする方式に比べ、データ転送量を低下させずに準同期検波を行うことができる。

【0119】また、このような変調方式を用いることにより、データ転送量の低下を抑えた通信システムを構築することができる。

【0120】（実施の形態9）本実施の形態における無線通信システムの構成は、実施の形態1における図1に示すものと同様である。

【0121】8値以上の多値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた8値以上の多値直交振幅変調方式の一例である 2^M 値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた 2^M 値直交振幅変調方式の同相I-直交Q平面における信号点配置は、実施の形態7の図10と同様である。また、同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式の同相I-直交Q平面における信号点配置は実施の形態4の図9と同様である。そして、

伝送信号のフレーム構成として、 2^M 値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた 2^M 値直交振幅変調と直交位相変調のNシンボル内の構成の一例は、実施の形態2の図6と同様である。

【0122】図6、図9および図10を用いて、8値以上の多値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた8値以上の多値直交振幅変調方式において、定期的に同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式と切り替える変調方式について説明する。 2^M 値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた 2^M 値直交振幅変調方式の信号点配置、最大信号点振幅は実施の形態7と同様である。また、同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式の信号点配置、信号点振幅および信号点間距離は実施の形態4と同様である。

【0123】図6は、Nシンボルにおける 2^M 値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた 2^M 値直交振幅変調と同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調の構成の一例を示したものである。送信機10の直交ベースバンド変調部12において、 2^M 値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた 2^M 値直交振幅変調を上記のように、定期的に同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調に切り替える変調方式によってデータを出力し、送信無線線15を介してアンテナ17から送信信号16を送信する。復調側として受信機20では、アンテナ21で受信した信号を、受信無線線22を介して振幅歪み量推定部25と周波数オフセット量推定部26に入力し、パイロットシンボルとして送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定して、準同期検波部29により準同期検波を行う。

【0124】特に、 2^M 値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた 2^M 値直交振幅変調方式の最大信号点振幅（数5）と同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式の信号点振幅 p を等しくしたとき、復調側で精度よく周波数オフセット量および振幅歪み量を推定することができる。

【0125】ここで、Nシンボル中の 2^M 値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた 2^M 値直交振幅変調と同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調の構成は図5の構成に限ったものではない。また、8値以上の多値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回

転させた 8 値以上の多値直交振幅変調方式の例として 2¹⁶ 値直交振幅変調方式の信号点を同相-直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた 2¹⁶ 値直交振幅変調方式で説明したが、これに限ったものではない。

【0 1 2 6】 以上のように本実施の形態によれば、図 6 を例とするような、8 値以上の多値直交振幅変調方式の信号点を同相-直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた 8 値以上の多値直交振幅変調方式において、定期的に同相-直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式と切り替える変調方式により、同相-直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより、送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するために既知のデータをパイロットシンボルとする方式に比べ、データ転送量を低下させずに準同期検波を行うことができる。

【0 1 2 7】 また、このような変調方式を用いることにより、データ転送量の低下を抑えた通信システムを構築することができる。

【0 1 2 8】 (実施の形態 10) 本実施の形態における無線通信システムの構成は、実施の形態 1 における図 1 に示すものと同様である。

【0 1 2 9】 16 値直交振幅変調方式の信号点を同相-直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた 16 値直交振幅変調方式の同相 I - 直交 Q 平面における信号点配置は、実施の形態 8 の図 11 と同様である。また、同相-直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式の同相 I - 直交 Q 平面における信号点配置は、実施の形態 4 の図 9 と同様である。そして、伝送信号のフレーム構成として、16 値直交振幅変調方式の信号点を同相-直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた 16 値直交振幅変調と同相-直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調の N シンボル内の構成の一例は、実施の形態 3 の図 8 と同様である。

【0 1 3 0】 図 8、図 9 および図 11 を用いて、16 値直交振幅変調方式の信号点を同相-直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた 16 値直交振幅変調方式において、定期的に同相-直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式と切り替える変調方式について説明する。16 値直交振幅変調方式の信号点を同相-直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた 16 値直交振幅変調方式の信号点配置、最大信号点振幅および信号点間距離は実施の形態 8 と同様である。また、同相-直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式の信号点配置、信号点振幅および信号点間距離は実施の形態 4 と同様である。

【0 1 3 1】 図 8 は、N シンボルにおける 16 値直交振幅変調方式の信号点を同相-直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた 16 値直交振幅変調と同相-直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調の構成の一例を示したものである。送信機 10 の直交ベースバンド変調部 12 において、16 値直交振幅変調方式の信号点を同相-直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた 16 値直交振幅変調を上記のように、定期的に同相-直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調に切り替える変調方式によってデータを出力し、送信無線部 15 を介してアンテナ 17 から送信信号 16 を送信する。復調側として受信機 20 では、アンテナ 21 で受信した信号を、受信無線部 22 を介して振幅歪み量推定部 25 と周波数オフセット量推定部 26 に入力し、パイロットシンボルとして送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定して、準同期検波部 29 により準同期検波を行う。

【0 1 3 2】 特に、16 値直交振幅変調方式の信号点を同相-直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた 16 値直交振幅変調方式の最大信号点振幅 (数 7) と同相-直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式の信号点振幅 p を等しくしたとき、復調側で精度よく周波数オフセット量および振幅歪み量を推定することができる。

【0 1 3 3】 また、同相-直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式の信号点間距離 (数 3) を 16 値直交振幅変調方式の信号点を同相-直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた 16 値直交振幅変調方式の信号点間距離 2 r の 0.90 から 1.50 倍としたとき搬送波電力対雑音電力比におけるビット誤り率特性が良好となる。そして、同相-直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式の信号点間距離 (数 3) を 16 値直交振幅変調方式の信号点を同相-直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた 16 値直交振幅変調方式の信号点間距離 2 r の 2.00 倍としたとき、復調側で同相-直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式のベースバンド信号の同相-直交平面における振幅を求めることで、その値を 16 値直交振幅変調方式の信号点を同相-直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた 16 値直交振幅変調方式のベースバンド信号における同相-直交平面における振幅しきい値とすることができ、回路構成を簡単化することができる。

【0 1 3 4】 ここで、N シンボル中の 16 値直交振幅変調方式の信号点を同相-直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた 16 値直交振幅変調と同相-直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式の構成は図 8 の構成に限ったもので

はない。

【0135】以上のように本実施の形態によれば、図8を例とするような、16値直交振幅変調方式の信号点を同相-直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた16値直交振幅変調方式において、定期的に同相-直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式と切り替える変調方式により、同相-直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより、送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するために既知のデータをパイロットシンボルとする方式に比べ、データ転送量を低下させずに準同期検波を行うことができる。

【0136】また、このような変調方式を用いることにより、データ転送量の低下を抑えた通信システムを構築することができる。

【0137】（実施の形態11）本実施の形態における無線通信システムの構成は、実施の形態1における図1

に示すものと同様である。

【0138】16値直交振幅変調方式の同相I-直交Q平面における信号点配置は実施の形態3の図7と同様である。また、直交位相変調方式の同相I-直交Q平面における信号点配置は実施の形態1の図3と同様である。そして、図12は伝送信号のフレーム構成として、16値直交振幅変調と直交位相変調のNシンボル内の構成を示している。

【0139】図3、図7および図12を用いて、16値直交振幅変調方式と直交位相変調方式を交互に切り替える変調方式について説明する。16値直交振幅変調方式において、信号点配置、最大信号点振幅および信号点間距離は実施の形態3と同様である。また、直交位相変調方式において、信号点配置、信号点振幅および信号点間距離は実施の形態1と同様である。

【0140】図12は、Nシンボルにおける16値直交振幅変調と直交位相変調の構成を示したものである。送信機10の直交ベースバンド変調部12において、16値直交振幅変調を上記のように交互に直交位相変調に切り替える変調方式によってデータを出力し、送信無線部15を介してアンテナ17から送信信号16を送信する。復調側として受信機20では、アンテナ21で受信した信号を、受信無線部22を介して振幅歪み量推定部25と周波数オフセット量推定部26に入力し、パイロットシンボルとして送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定して、準同期検波部29により準同期検波を行う。

【0141】特に、16値直交振幅変調方式の最大信号点振幅（数7）と直交位相変調方式の信号点振幅pを等しくしたとき、復調側で精度よく周波数オフセット量お

よび振幅歪み量を推定することができる。

【0142】また、直交位相変調方式の信号点間距離（数3）を16値直交振幅変調方式の信号点間距離2rの0.90から1.50倍としたとき搬送波電力対雑音電力比におけるビット誤り率特性が平均すると同じデータ転送率となる8相位相変調方式の搬送波電力対雑音電力比におけるビット誤り率特性より良好となる。その一例を図13に示す。

【0143】図13は、直交位相変調方式の信号点間距離（数3）を16値直交振幅変調方式の信号点間距離2rの1.20倍としたときの搬送波電力対雑音電力比におけるビット誤り率特性と8相位相変調（8 Phase Shift Keying）方式の搬送波電力対雑音電力比におけるビット誤り率特性との比較である。ただし、図13においてC/Nは搬送波電力対雑音電力比を表し、Pはビット誤り率を表すものとする。そして、8相位相変調方式の搬送波電力対雑音電力比におけるビット誤り率特性は（数11）

【0144】

【数11】

$$P = \frac{1}{3} \operatorname{erfc}(\sqrt{C/N} \sin \frac{\pi}{8})$$

【0145】で表される。ただし、C/Nは搬送波電力対雑音電力比を表し、Pはビット誤り率とする。

【0146】そして、直交位相変調方式の信号点間距離（数3）を16値直交振幅変調方式の信号点間距離2rの2.00倍としたとき、復調側で直交位相変調方式のベースバンド信号の同相-直交平面における振幅を求めることで、その値を16値直交振幅変調方式のベースバンド信号における同相-直交平面における振幅しきい値とすることができ、回路構成を簡単化することができる。

【0147】以上のように本実施の形態によれば、図12のように、16値直交振幅変調方式と直交位相変調方式を交互に切り替える変調方式により、直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより、送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するために既知のデータをパイロットシンボルとする方式に比べ、データ転送量を低下させずに準同期検波を行うことができる。

【0148】また、このような変調方式を用いることにより、データ転送量の低下を抑えた通信システムを構築することができる。

【0149】（実施の形態12）本実施の形態における無線通信システムの構成は、実施の形態1における図1に示すものと同様である。

【0150】16値直交振幅変調方式の同相I-直交Q平面における信号点配置は実施の形態3の図7と同様で

ある。また、同相－直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式の同相 I－直交 Q 平面における信号点配置は実施の形態 4 の図 9 と同様である。そして、伝送信号のフレーム構成として、16 値直交振幅変調と同相－直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調の N シンボル内の構成は、実施の形態 1 1 の図 1 2 と同様である。

【0 1 5 1】図 7、図 9 および図 1 2 を用いて、16 値直交振幅変調方式と同相－直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式を交互に切り替える変調方式について説明する。16 値直交振幅変調方式において、信号点配置、最大信号点振幅および信号点間距離は実施の形態 3 と同様である。また、同相－直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式において、信号点配置、信号点振幅および信号点間距離は実施の形態 4 と同様である。

【0 1 5 2】図 1 2 は、N シンボルにおける 16 値直交振幅変調と同相－直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調の構成を示したものである。送信機 1 0 の直交ベースバンド変調部 1 2 において、16 値直交振幅変調を上記のように、交互に同相－直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調に切り替える変調方式によってデータを出力し、送信無線部 1 5 を介してアンテナ 1 7 から送信信号 1 6 を送信する。復調側として受信機 2 0 では、アンテナ 2 1 で受信した信号を、受信無線部 2 2 を介して振幅歪み量推定部 2 5 と周波数オフセット量推定部 2 6 に入力し、パイロットシンボルとして送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定して、準同期検波部 2 9 により準同期検波を行う。

【0 1 5 3】特に、16 値直交振幅変調方式の信号点の最大信号点振幅（数 7）と同相－直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式の信号点振幅 p を等しくしたとき、復調側で精度よく周波数オフセット量および振幅歪み量を推定することができる。

【0 1 5 4】また、同相－直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式の信号点間距離（数 3）を 16 値直交振幅変調方式の信号点間距離 $2r$ の 0.90 から 1.50 倍としたとき搬送波電力対雑音電力比におけるビット誤り率特性が平均すると同じデータ転送率となる 8 相位相変調方式の搬送波電力対雑音電力比におけるビット誤り率特性より良好となる。その一例を図 1 4 に示す。

【0 1 5 5】図 1 4 は、同相－直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式の信号点間距離（数 3）を 16 値直交振幅変調方式の信号点間距離 $2r$ の 1.20 倍としたときの搬送波電力対雑音電力比におけるビット誤り率特性と 8 相位相変調方式の搬送波電力対雑音電力比におけるビット誤り率特性との

比較である。ただし、図 1 4 において C/N は搬送波電力対雑音電力比を表し、 P はビット誤り率を表すものとする。

【0 1 5 6】そして、同相－直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式の信号点間距離（数 3）を 16 値直交振幅変調方式の信号点間距離 $2r$ の 1.41 倍としたとき、復調側で同相－直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式のベースバンド信号の同相－直交平面における振幅を求めることで、その値を 16 値直交振幅変調方式のベースバンド信号における同相－直交平面における振幅しきい値とすることができ、回路構成を簡単化することができる。

【0 1 5 7】以上のように本実施の形態によれば、図 1 2 のように、16 値直交振幅変調方式と同相－直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式を交互に切り替える変調方式により、同相－直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより、送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するために既知のデータをパイロットシンボルとする方式に比べ、データ転送量を低下させずに準同期検波を行うことができる。

【0 1 5 8】また、このような変調方式を用いることにより、データ転送量の低下を抑えた通信システムを構築することができる。

【0 1 5 9】（実施の形態 1 3）本実施の形態における無線通信システムの構成は、実施の形態 1 における図 1 に示すものと同様である。

【0 1 6 0】16 値直交振幅変調方式の信号点を同相－直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた 16 値直交振幅変調方式の同相 I－直交 Q 平面における信号点配置は実施の形態 8 の図 1 1 と同様である。また、直交位相変調方式の同相 I－直交 Q 平面における信号点配置は実施の形態 1 の図 3 と同様である。そして、伝送信号のフレーム構成として、16 値直交振幅変調方式の信号点を同相－直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた 16 値直交振幅変調と直交位相変調の N シンボル内の構成は、実施の形態 1 1 の図 1 2 と同様である。

【0 1 6 1】図 3、図 1 1 および図 1 2 を用いて、16 値直交振幅変調方式の信号点を同相－直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた 16 値直交振幅変調方式と直交位相変調方式を交互に切り替える変調方式について説明する。16 値直交振幅変調方式の信号点を同相－直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた 16 値直交振幅変調方式において、信号点配置、最大信号点振幅および信号点間距離は実施の形態 8

と同様である。また、直交位相変調方式において、信号点配置、信号点振幅および信号点間距離は実施の形態 1 と同様である。

【0162】図 12 は、N シンボルにおける 16 値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた 16 値直交振幅変調と直交位相変調の構成を示したものである。送信機 10 の直交ベースバンド変調部 12 において、16 値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた 16 値直交振幅変調を上記のように交互に直交位相変調に切り替える変調方式によってデータを出力し、送信無線部 15 を介してアンテナ 17 から送信信号 16 を送信する。復調側として受信機 20 では、アンテナ 21 で受信した信号を、受信無線部 22 を介して振幅歪み量推定部 25 と周波数オフセット量推定部 26 に入力し、パイロットシンボルとして送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定して、準同期検波部 29 により準同期検波を行う。

【0163】特に、16 値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた 16 値直交振幅変調方式の最大信号点振幅（数 7）と直交位相変調方式の信号点振幅 p を等しくしたとき、復調側で精度よく周波数オフセット量および振幅歪み量を推定することができる。

【0164】また、直交位相変調方式の信号点間距離（数 3）を 16 値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた 16 値直交振幅変調方式の信号点間距離 $2r$ の 0.90 から 1.50 倍としたとき搬送波電力対雑音電力比におけるビット誤り率特性が平均すると同じデータ転送率となる 8 相位相変調方式の搬送波電力対雑音電力比におけるビット誤り率特性より良好となる。その一例を図 15 に示す。

【0165】図 15 は、直交位相変調方式の信号点間距離（数 3）を 16 値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた 16 値直交振幅変調方式の信号点間距離 $2r$ の 1.20 倍としたときの搬送波電力対雑音電力比におけるビット誤り率特性と 8 相位相変調方式の搬送波電力対雑音電力比におけるビット誤り率特性との比較である。ただし、図 14 において C/N は搬送波電力対雑音電力比を表し、 P はビット誤り率を表すものとする。

【0166】そして、直交位相変調方式の信号点間距離（数 3）を 16 値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた 16 値直交振幅変調方式の信号点間距離 $2r$ の 1.41 倍としたとき、復調側で直交位相変調方式のベースバンド信号の同相一直交平面における振幅を求めることで、その値を 16 値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた 1

6 値直交振幅変調方式のベースバンド信号における同相一直交平面における振幅しきい値とすることができ、回路構成を簡単化することができる。

【0167】以上のように本実施の形態によれば、図 12 のように、16 値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた 16 値直交振幅変調方式と直交位相変調方式を交互に切り替える変調方式により、直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより、送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するために既知のデータをパイロットシンボルとする方式に比べ、データ転送量を低下させずに準同期検波を行うことができる。

【0168】また、このような変調方式を用いることにより、データ転送量の低下を抑えた通信システムを構築することができる。

【0169】（実施の形態 14）本実施の形態における無線通信システムの構成は、実施の形態 1 における図 1 に示すものと同様である。

【0170】16 値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた 16 値直交振幅変調方式の同相 I - 直交 Q 平面における信号点配置は実施の形態 8 の図 11 と同様である。また、同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式の同相 I - 直交 Q 平面における信号点配置は実施の形態 4 の図 9 と同様である。そして、伝送信号のフレーム構成として、16 値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた 16 値直交振幅変調と同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調の N シンボル内の構成は、実施の形態 11 の図 12 と同様である。

【0171】図 9、図 11 および図 12 を用いて、16 値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた 16 値直交振幅変調方式と同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式を交互に切り替える変調方式について説明する。16 値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた 16 値直交振幅変調方式において、信号点配置、最大信号点振幅および信号点間距離は実施の形態 8 と同様である。また、同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式において、信号点配置、信号点振幅および信号点間距離は実施の形態 4 と同様である。

【0172】図 12 は、N シンボルにおける 16 値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた 16 値直交振幅変調と

同相-直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式の構成を示したものである。送信機 10 の直交ベースバンド変調部 12 において、16 値直交振幅変調方式の信号点を同相-直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた 16 値直交振幅変調を上記のように、交互に同相-直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調に切り替える変調方式によってデータを出力し、送信無線部 15 を介してアンテナ 17 から送信信号 16 を送信する。復調側として受信機 20 では、アンテナ 21 で受信した信号を、受信無線部 22 を介して振幅歪み量推定部 25 と周波数オフセット量推定部 26 に入力し、パイロットシンボルとして送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定して、準同期検波部 29 により準同期検波を行う。

【0173】特に、16 値直交振幅変調方式の信号点を同相-直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた 16 値直交振幅変調方式の最大信号点振幅（数 7）と同相-直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式の信号点振幅 p を等しくしたとき、復調側で精度よく周波数オフセット量および振幅歪み量を推定することができる。

【0174】また、同相-直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式の信号点間距離（数 3）を 16 値直交振幅変調方式の信号点を同相-直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた 16 値直交振幅変調方式の信号点間距離 $2r$ の 0.90 から 1.50 倍としたとき搬送波電力対雑音電力比におけるビット誤り率特性が平均すると同じデータ転送率となる 8 相位相変調方式の搬送波電力対雑音電力比におけるビット誤り率特性より良好となる。その一例を図 16 に示す。

【0175】図 16 は、同相-直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式の信号点間距離（数 3）を 16 値直交振幅変調方式の信号点を同相-直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた 16 値直交振幅変調方式の信号点間距離 $2r$ の 1.20 倍としたときの搬送波電力対雑音電力比におけるビット誤り率特性と 8 相位相変調方式の搬送波電力対雑音電力比におけるビット誤り率特性との比較である。ただし、図 16 において C/N は搬送波電力対雑音電力比を表し、 P はビット誤り率を表すものとする。

【0176】そして、同相-直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式の信号点間距離（数 3）を 16 値直交振幅変調方式の信号点を同相-直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた 16 値直交振幅変調方式の信号点間距離 $2r$ の 2.00 倍としたとき、復調側で同相-直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式のベースバンド信号の同相-直交平面における振幅

を求めることで、その値を 16 値直交振幅変調方式の信号点を同相-直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた 16 値直交振幅変調方式のベースバンド信号における同相-直交平面における振幅しきい値とすることができ、回路構成を簡単化することができる。

【0177】以上のように本実施の形態によれば、図 12 のように、16 値直交振幅変調方式の信号点を同相-直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた 16 値直交振幅変調方式と同相-直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式を交互に切り替える変調方式により、同相-直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより、送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するために既知のデータをパイロットシンボルとする方式に比べ、データ転送量を低下させずに準同期検波を行うことができる。

【0178】また、このような変調方式を用いることにより、データ転送量の低下を抑えた通信システムを構築することができる。

【0179】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、無線通信に用いられ、8 値以上の多値変調方式において、定期的に位相変調方式と切り替える変調方式としたものであり、位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより準同期検波を行うことで、既知のデータをパイロットシンボルとする方式と比較し、データ転送量の低下を抑えることができるという有利な効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施の形態による無線通信システムの構成概念図

【図 2】本発明の一実施の形態による 16 値振幅位相変調方式の信号点配置図

【図 3】本発明の一実施の形態による直交位相変調方式の信号点配置図

【図 4】本発明の一実施の形態による信号のフレーム構成の概念図

【図 5】本発明の一実施の形態による 2¹⁶ 値直交振幅変調方式の信号点配置図

【図 6】本発明の一実施の形態による信号のフレーム構成の概念図

【図 7】本発明の一実施の形態による 16 値直交振幅変調方式の信号点配置図

【図 8】本発明の一実施の形態による信号のフレーム構成の概念図

【図 9】本発明の一実施の形態による直交位相変調方式

の信号点配置図

【図 10】本発明の一実施の形態による 2¹⁶ 値直交振幅変調方式の信号点配置図

【図 11】本発明の一実施の形態による 16 値直交振幅変調方式の信号点配置図

【図 12】本発明の一実施の形態による信号のフレーム構成の概念図

【図 13】本発明の一実施の形態による変調方式の搬送波電力対雑音電力におけるビット誤り率特性図

【図 14】本発明の一実施の形態による変調方式の搬送波電力対雑音電力におけるビット誤り率特性図

【図 15】本発明の一実施の形態による変調方式の搬送波電力対雑音電力におけるビット誤り率特性図

【図 16】本発明の一実施の形態による変調方式の搬送波電力対雑音電力におけるビット誤り率特性図

【図 17】従来の伝送される信号のフレーム構成の概念図

【符号の説明】

- 11 送信デジタル信号
- 12 直交ベースバンド変調部
- 13 送信直交ベースバンド信号同相成分
- 14 送信直交ベースバンド信号直交成分
- 15 送信無線部

16 送信信号

17、18 アンテナ

19 受信無線部

20 受信直交ベースバンド信号同相成分

21 受信直交ベースバンド信号直交成分

22 振幅歪み量推定部

23 周波数オフセット量推定部

24 振幅歪み量推定信号

25 周波数オフセット量推定信号

26 準同期検波部

27 受信デジタル信号

101 16 値振幅位相変調方式の信号点

201 直交位相変調方式の信号点

401 2¹⁶ 値直交振幅変調方式の信号点

601 16 値直交振幅変調方式の信号点

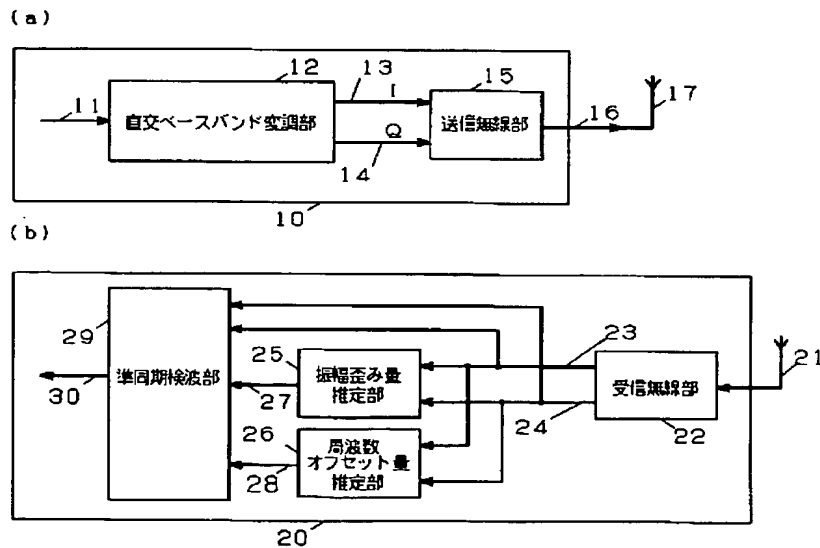
801 同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式の信号点

901 2¹⁶ 値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた 2

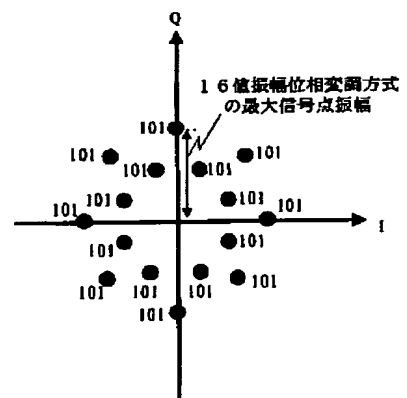
20 2¹⁶ 値直交振幅変調方式の信号点

1001 16 値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた 16 値直交振幅変調方式の信号点

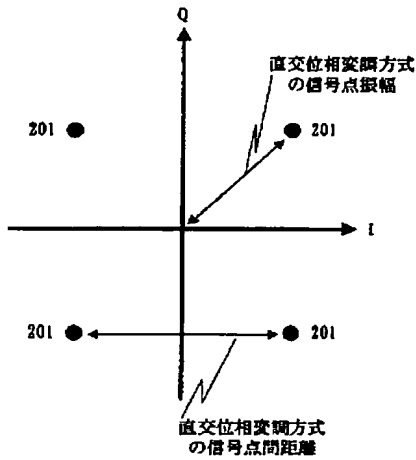
【図 1】



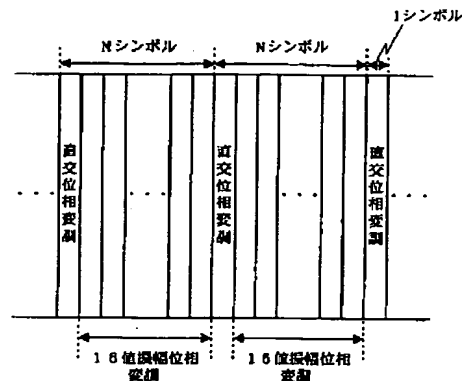
【図 2】



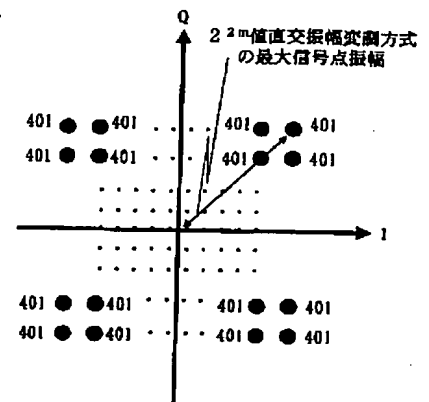
【図 3】



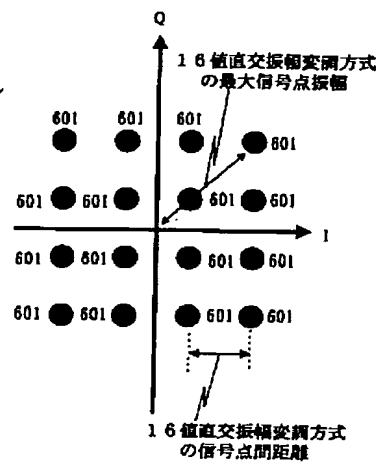
【図 4】



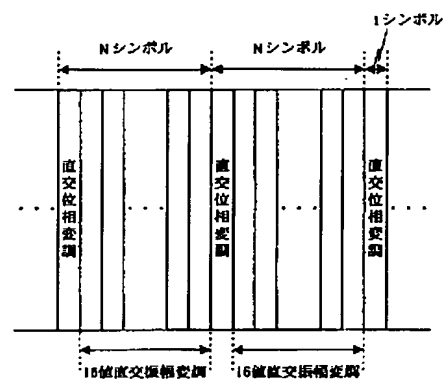
【図 5】



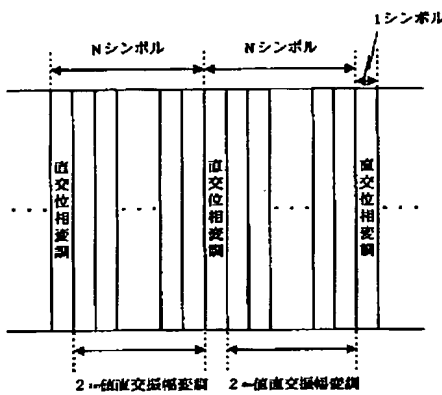
【図 7】



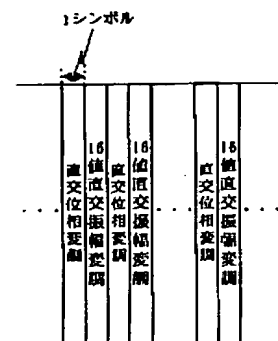
【図 8】



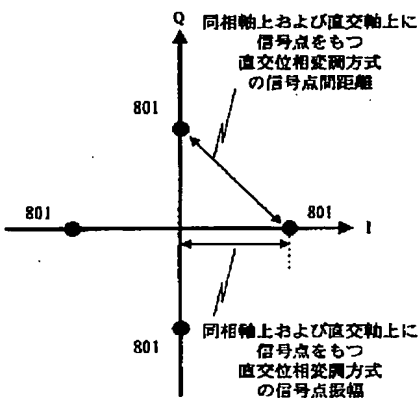
【図 6】



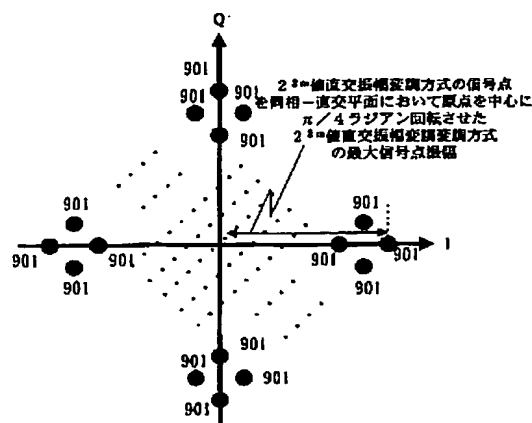
【図 12】



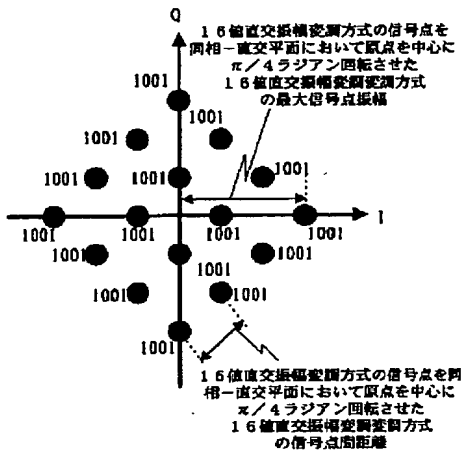
【図 9】



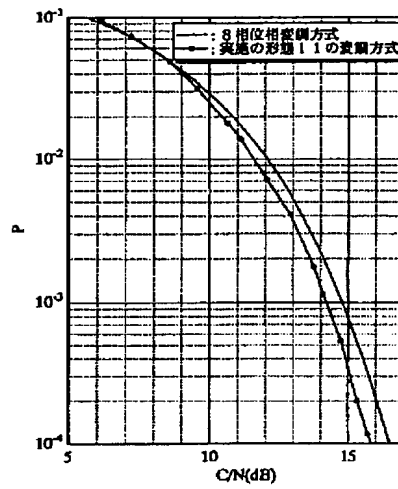
【図 10】



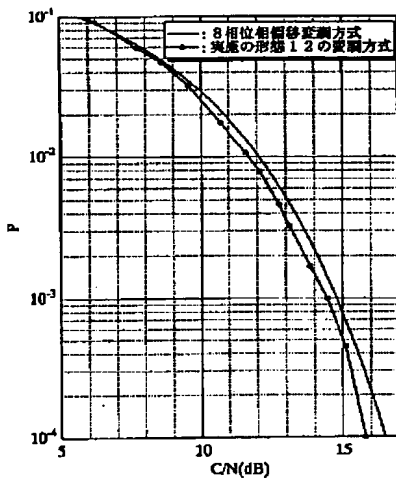
【図 11】



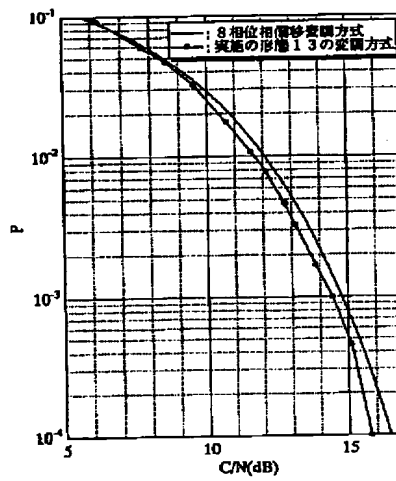
【図 13】



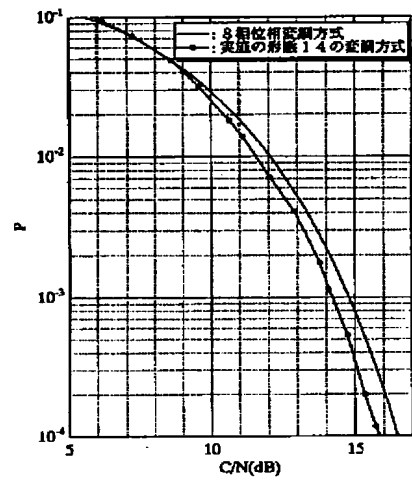
【図 14】



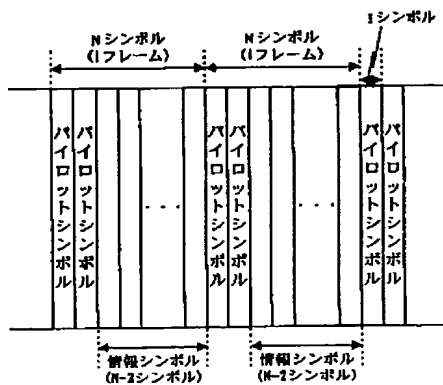
【図 15】



【図 16】



【図 17】



フロントページの続き

(72)発明者 佐川 守一

神奈川県川崎市多摩区東三田 3 丁目10番 1
号 松下技研株式会社内